

METHOD AND DEVICE FOR EXPOSING

Patent Number: JP4273245
Publication date: 1992-09-29
Inventor(s): HIRUKAWA SHIGERU; others: 01
Applicant(s):: NIKON CORP
Requested Patent: ☐ JP4273245
Application Number: JP19910034514 19910228
Priority Number(s):
IPC Classification: G03F7/20 ; H01L21/027
EC Classification:
Equivalents: JP3084760B2

Abstract

PURPOSE:To obtain high resolution and the large depth of focus by successively superposing and exposing at least two resolution patterns on a photosensitive substrate.

CONSTITUTION:A part where the difference of fineness exists in the pattern which has the high fineness in plural directions and which should be formed or a part where difference exists in a periodic direction is resolved into at least two, and exposure is executed at least twice. Illuminating light which passes an area specified at a position which is eccentric from the optical axis of an illuminating optical system or a projecting optical system by an amount in accordance with the fineness or the periodic direction of the resolution pattern is given to a surface equivalent to Fourier transformation of a reticle (mask) 7 or a position near the surface on the respective resolution patterns, and the exposure is performed, then the respective resolution patterns are superposed on a wafer 16. Therefore, the fine pattern having periodicity in the plural directions and the fine pattern having plural spatial frequency components are resolved. The depth of focus is also increased with reference to the respective resolution pattern.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-273245

(43) 公開日 平成4年(1992)9月29日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 7/20		7818-2H		
	5 2 1	7818-2H		
H 0 1 L 21/027		7352-4M	H 0 1 L 21/30	3 0 1 W
		7352-4M		3 1 1 L

審査請求 未請求 請求項の数6 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平3-34514

(22) 出願日 平成3年(1991)2月28日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 蛭川 茂

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

(72) 発明者 白石 直正

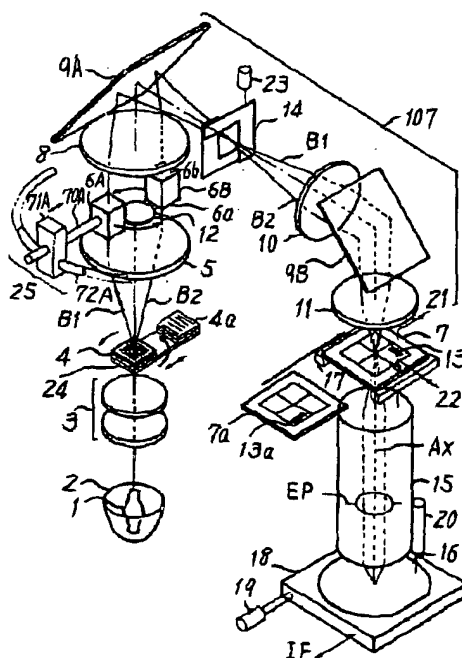
東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井製作所内

(54) 【発明の名称】 露光方法及び露光装置

(57) 【要約】

【目的】 周期方向や微細度が複数混在するパターンを感光基板上に高解像度で、かつ大きな焦点深度を伴って露光する方法、及び装置を得ることを目的とする。

【構成】 全体パターンの中で、パターンの微細度に差がある部分、又はパターンの周期方向に差異がある部分の少なくとも2つに分解し、その夫々について照明光学系、もしくは投影光学系の光軸に対して所定の入射角で傾いて入射させ、少なくとも2回の露光を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 感光基板上に形成すべき全体パターンを複数の分解されたパターンに分け、該分解パターンの夫々をマスクに形成した後、前記複数の分解パターンの夫々に光源からの照明光を照明光学系を介して照射し、前記複数の分解パターンの夫々を投影光学系を介して前記感光基板上の所定領域内に順次重ね合わせ露光する露光方法であって、前記全体パターンの中で、パターンの微細度10に差のある部分、又は周期方向の差異に差異がある部分を少なくとも第1の分解パターンと第2の分解パターンとの2つに分解し、前記第1の分解パターンのほぼフーリエ変換相当面、もしくはその近傍の面内を通る前記照明光束を、前記第1の分解パターンの微細度、又は周期方向に応じて前記照明光学系の光軸、もしくは前記投影光学系の光軸から偏心した位置に中心を有する領域に集中させることによって、前記第1の分解パターンを前記光軸に対して所定量だけ傾いた照明光で照射する第1露光工程と；前記第2の分解パターンのほぼフーリエ変換相当面、もしくはその近傍の面内を通る前記照明光を、前記第2の分解パターンの微細度、又は周期方向に20に応じて前記光軸から偏心した位置に中心を有する領域に集中させることによって、前記第2パターンに前記光軸に対して所定量だけ傾いた照明光で照射する第2露光工程とを有し、前記少なくとも2つの分解パターンを前記感光基板上に順次重ね合わせ露光することを特徴とする露光方法。

【請求項2】 前記少なくとも2つの分解パターンの夫々は、前記所定の入射角で照明光を入射させた際、前記分解パターンの微細度に応じた角度で広がって発生する±1次回折光成分の少なくとも一方と前記分解パターンから発生する0次回折光成分とが前記光軸からほぼ等距離に分布するように分解されていることを特徴とする請求項1記載の露光方法。

【請求項3】 前記所定の入射角は、前記分解パターンの周期方向に関する入射角が、前記分解パターンから発生する±1次回折光成分の前記分解パターンの微細度に応じて広がる回折角の半分であることを特徴とする請求項1記載の露光方法。

【請求項4】 感光基板上に形成すべき全体パターンを複数の分解されたパターンに分け、該分解パターンが形成されたマスクに光源からの照明光を照射する照明光学系と、前記分解パターンの像の夫々を前記感光基板上に結像投影する投影光学系と、前記マスクの照明領域を規定する絞りとを備え、前記分解パターンの夫々の像を前記感光基板上の所定領域内に順次重ね合わせ露光する露光装置において、前記全体パターンの中で、パターンの微細度20に差がある部分、又はパターンの周期方向に差異がある部分を少なくとも2つに分解し、該分解された2つの分解パターンを個別に有する第1のマスクと第2のマスクとを交換可能なマスク交換手段と；前記照明光学系

の光路中で、前記第1のマスク、及び前記第2のマスクとほぼフーリエ変換の関係にある面、もしくはその近傍の面を通る前記照明光束を、該面内の互いに分離した少なくとも2つの位置で極大値を有する光量分布に成形する光束分布成形手段と；前記光量分布の少なくとも2つの極大値の位置を、前記第1、第2のマスクのパターンの微細度、又はパターンの周期方向に応じてきまる量だけ、前記照明光学系、もしくは前記投影光学系の光軸に対して偏心した離散的な位置に設定するように前記成形手段を調整する調整手段と；前記第1のマスクと前記第2のマスクとを別々に露光する際、夫々の露光において前記調整手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項5】 感光基板上に形成すべき全体パターンを複数の分解されたパターンに分け、該分解パターンが形成されたマスクに光源からの照明光を照射する照明光学系と、前記分解パターンの像の夫々を前記感光基板上に結像投影する投影光学系と、前記マスクの照明領域を規定する絞りとを備え、前記分解パターンの夫々の像を前記感光基板上の所定領域内に順次重ね合わせ露光する露光装置において、前記全体パターンの中で、パターンの微細度20に差がある部分、又はパターンの周期方向に差異がある部分を少なくとも2つに分解し、該分解された2つの分解パターンを同一マスク上の互いに異なる領域に個別に形成し、該互いに異なる領域を個別に照明するように前記絞りを駆動する絞り駆動手段と；前記照明光学系の光路中で、前記マスクとほぼフーリエ変換の関係にある面、もしくはその近傍の面を通る前記照明光束を、該面内の互いに分離した少なくとも2つの位置で極大値を有する光量分布に成形する光束分布成形手段と；前記光量分布の少なくとも2つの極大値の位置を、前記夫々の分解パターンの微細度、又はパターンの周期方向に応じてきまる量だけ、前記照明光学系、もしくは前記投影光学系の光軸に対して偏心した離散的な位置に設定するように前記成形手段を調整する調整手段と；前記少なくとも2つの分解パターンを個別に露光する際、夫々の露光において前記調整手段を制御する制御手段とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項6】 前記分解パターンの微細度に応じた角度で広がって発生する±1次回折光成分の少なくとも一方と前記分解パターンから発生する0次回折光成分とが前記光軸からほぼ等距離に分布するように前記光量分布の重心位置を調整することを特徴とする請求項4、又は5記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体集積素子等の回路パターン又は液晶素子のパターンの転写に使用される露光方法、及び投影型露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体等の回路パターン形成には、一般にフォトリソグラフ技術と呼ばれる工程が必要である。この工程には通常、レチクル（マスク）パターンを半導体ウェハ等の試料基板上に転写する方法が採用される。試料基板上には感光性のフォトレジストが塗布されており、照射光像、すなわちレチクルパターンの透明部分のパターン形状に応じて、フォトレジストに回路パターンが転写される。投影型露光装置では、レチクル上に描画された転写すべき回路パターンが、投影光学系を介して試料基板（ウェハ）上に投影、結像される。

【0003】従来の投影型露光装置では、上述のフライアイレンズ等のオブチカルインテグレーター入射面に入射する照明光束の光量分布を、照明光学系の光軸を中心とするほぼ円形内（あるいは矩形内）でほぼ一様になるようにしていた。図11は、上述の従来の投影光学系を示し、レチクル7の照明光束L130は、照明光学系中のフライアイレンズ6、空間フィルター12、及びコンデンサーレンズ11を介してレチクルパターン13を照射する。ここで、空間フィルター12はフライアイレンズ6のレチクル側焦点面6b、すなわちレチクル7に対するフーリエ変換面（以後、瞳面と略す）、もしくはその近傍に配置され、投影光学系の光軸AXを中心としたほぼ円形領域の開口を有し、瞳面内にできる2次光源（面光源）像を円形に制限する。こうしてレチクル7のパターン13を通過した照明光は投影光学系15を介してウェハ16のレジスト層に結像される。ここで、光束*

$$P \approx \lambda / NA_1$$

従って、より微細なパターンを転写する為には、より短い波長の露光光源を使用するか、あるいはより開口数の大きな投影光学系を使用するかを選択する必要がある。もちろん、波長と開口数の両方を最適化する努力も考えられる。また、パターンを所定の間隔で間引いて、パターンの微細度（空間周波数）低くするようにパターンを複数に分解して、夫々の分解パターンが形成されたレチクルを使って、複数回重ね合わせ露光を行い、合成された微細度の高いパターンをウェハ上に形成する手法も考えられている。また、レチクルの回路パターンの透過部分のうち、特定の部分からの透過光の位相を、他の透過部分からの透過光の位相より π だけずらす、いわゆる位相シフトレチクルが特公昭62-50811号公報等で提案されている。この位相シフトレチクルを使用すると、従来よりも微細なパターンの転写が可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来の露光装置においては、照明光源を現在より短波長化（例えば200nm以下）することは、透過光学部材として使用可能な適当な光学材料が存在しない等の理由により現時点では困難である。また投影光学系の開口数は、現状でもすでに理論的限界に近く、これ以上の大開口化はほぼ望めない状態である。また、もし現状以上の大開口化

*を表す実線は1点から出た光の主光線を表している。

【0004】このとき照明光学系（6，12，11）の開口数と投影光学系15のレチクル側開口数の比、所謂 σ 値は開口絞り（例えば空間フィルター12の開口径）により決定され、その値は0.3～0.6程度が一般的である。照明光L130はレチクル7にパターンニングされたパターン13により回折され、パターン13からは0次回折光 D_0 、+1次回折光 D_+ 、-1次回折光 D_- が発生する。それぞれの回折光（ D_0 ， D_+ ， D_- ）は投影光学系15により集光されウェハ（試料基板）16上に干渉縞を発生させる。この干渉縞がパターン13の像である。このとき0次回折光 D_0 と ± 1 次回折光 D_+ ， D_- のなす角 θ （レチクル側）は $\sin \theta = \lambda / P$ （ λ ：露光波長、 P ：パターンピッチ）により決まる。

パターンピッチが微細化すると $\sin \theta$ が大きくなり、 $\sin \theta$ が投影光学系15のレチクル側開口数（ NA_1 ）より大きくなると ± 1 次回折光 D_+ ， D_- は投影光学系を透過できなくなる。

【0005】このときウェハ16上には0次回折光 D_0 のみしか到達せず干渉縞は生じない。つまり $\sin \theta > NA_1$ となる場合にはパターン17の像は得られず、パターン13をウェハ16上に転写することができなくなってしまう。以上のことから、今までの露光装置においては、 $\sin \theta = \lambda / P \approx NA_1$ となるピッチ P は次式で与えられていた。

$$\dots\dots (1)$$

が可能であるとしても $\pm \lambda / 2 NA_1$ で表わされる焦点深度は開口数の増加に伴って急激に減少し、実使用に必要な焦点深度がますます少なくなるという問題が顕著になってくる。また、単にパターンを間引いて微細度を低くするだけでは、かならずしも十分な解像度が得られるとは限らない。一方位相シフトレチクルについては、その製造工程が複雑になる分コストも高く、また検査及び修正方法も未だ確立されていないなど、多くの問題が残されている。

【0007】本発明は上記問題点に鑑みてなされたもので、高解像度かつ大焦点深度が得られる露光方法、及び投影型露光装置の実現を目的とし、特に複数の周期性や複数の微細度を持つ回路パターンをパターン全体に渡って高解像度かつ大焦点深度で露光する露光方法、及び投影露光装置の実現を目的としている。

【0008】

【課題を解決する為の手段】かかる問題点を解決するため本発明においては、複数方向に高い微細度をもつ形成すべきパターンの中で微細度に差のある部分、又は周期方向に差異がある部分を少なくとも2つに分解し、少なくとも2回に分けて露光を行うこととして、夫々の分解パターンについて、レチクル（マスク）のフーリエ変換相当面、もしくはその面近傍位置に、照明光学系、もし

くは投影光学系の光軸から分解パターンの微細度、又は周期方向に応じた量だけ偏心した位置に規定される領域を通る照明光を与えて露光を行い、夫々の分解パターンをウェハ上に重ね合わせるにより、目的のパターンを得るようにした。

【0009】

【作用】レチクル（マスク）上に描画された回路パターン13は、一般に周期的なパターンを多く含んでいる。従って1つのフライアイレンズ群6Aからの照明光が照射されたレチクルパターン13からは0次回折光成分D₀及び±1次回折光成分D_{±1}、D_{±2}及びより高次の回折光成分が、パターンの周期性に応じた方向に発生する。

このとき、照明光束（中心線）が、傾いた角度でレチクル7に入射するから、発生した各次数の回折光成分も、垂直に照明された場合に比べ、傾き（角度ずれ）をもってレチクルパターン13から発生する。図10中の*

$$\sin(\theta_0 + \psi) - \sin\psi = \lambda/P$$

$$\sin(\theta_0 - \psi) + \sin\psi = \lambda/P$$

である。

【0012】ここでは、+1次回折光D₊、-1次回折光D₋の両方が投影光学系15の瞳E_pを透過しているものとする。レチクルパターン13の微細化に伴って回折角が増大すると先ず角度θ₀ + ψの方向に進行する+1次回折光D₊が投影光学系15の瞳E_pを透過できなくなる。すなわち $\sin(\theta_0 + \psi) > NA_x$ の関係になってくる。しかし照明光L120が光軸AXに対して傾いて入射している為、このときの回折角でも-1次回折光D₋は、投影光学系15に入射可能となる。すなわち

$$\sin(\theta_0 - \psi) = NA_x$$

となるときであり、従って

$$P = \lambda / (NA_x + \sin\psi)$$

が転写可能な最小パターンのレチクル側でのピッチである。

【0015】一例として今 $\sin\psi$ を0.5×NA_x程★

$$P = \lambda / (NA_x + 0.5 NA_x) \\ = 2\lambda / 3 NA_x$$

となる。

【0016】ここで、瞳面上での0次回折光成分と-1次回折光成分のパターン周期方向の間隔はレチクルパターン13の微細度（空間周波数）に比例する。（4）式は、最大の解像度を得るためにこの間隔を最大とすることを意味している。一方、図11に示したように、照明光の瞳E_p上での分布が投影光学系15の光軸AXを中心とする円形領域内である従来の露光装置の場合、解像限界は（1）式に示したように $P \approx \lambda / NA_x$ であった。従って、従来の露光装置より高い解像度が実現できることがわかる。

【0017】次に、レチクルパターンに対して特定の入射方向と入射角で露光を照射して、0次回折光成分と1次回折光成分とを用いてウェハ上に結像パターンを形

*照明光L120は、光軸に対してψだけ傾いてレチクル7に入射する。

【0010】照明光L120はレチクルパターン13により回折され、光軸AXに対してψだけ傾いた方向に進む0次回折光D₀、0次回折光に対してθ₀だけ傾いた+1次回折光D₊、及び0次回折光D₀に対してθ₀だけ傾いて進む-1次回折光D₋を発生する。しかしながら、照明光L120は両側テレセントリックな投影光学系15の光軸AXに対して角度ψだけ傾いてレチクルパターンに入射するので、0次回折光D₀もまた投影光学系の光軸AXに対して角度ψだけ傾いた方向に進行する。

【0011】従って、+1次光D₊は光軸AXに対してθ₀ + ψの方向に進行し、-1次回折光D₋は光軸AXに対してθ₀ - ψの方向に進行する。このとき回折角θ₀、θ₊はそれぞれ

$$\dots\dots (2)$$

$$\dots\dots (3)$$

※ $\sin(\theta_0 - \psi) < NA_x$ の関係になる。

20 【0013】従って、ウェハ16上には0次回折光D₀と-1次回折光D₋の2光束による干渉縞が生じる。この干渉縞はレチクルパターン13の像であり、レチクルパターン13が1:1のラインアンドスペースの時、約90%のコントラストとなってウェハ16上に塗布されたレジストに、レチクルパターン13の像をパターンニングすることが可能となる。

【0014】このときの解像限界は、

$$\dots\dots (4)$$

$$30 \quad NA_x + \sin\psi = \lambda/P$$

$$\dots\dots (5)$$

★度に定めるとすれば、転写可能なレチクル上のパターンの最小ピッチは

$$\dots\dots (6)$$

成する方法によって、焦点深度も大きくなる理由について説明する。図10のようにウェハ16が投影光学系15の焦点位置（最良結像面）に一致している場合には、レチクルパターン13中の1点を出てウェハ16上の一点に達する各回折光は、投影光学系15のどの部分を通るものであってもすべて等しい光路長を有する。このため従来のように0次回折光成分が投影光学系15の瞳E_pのほぼ中心（光軸近傍）を貫通する場合でも、0次回折光成分とその他の回折光成分とで光路長は相等しく、相互の波面収差も零である。しかし、ウェハ16が投影光学系15の焦点位置に精密に一致していないデフォーカス状態の場合、斜めに入射する高次の回折光の光路長は光軸近傍を通る0次回折光に対して焦点前方（投影光学系15から遠ざかる方）では短く、焦点後方（投

影光学系15に近づく方)では長くなりその差は入射角の差に応じたものとなる。従って、0次、1次、…の各回折光は相互に波面収差を形成して焦点位置の前後におけるボケを生じることとなる。

【0018】前述のデフォーカスによる波面収差は、ウェハ16の焦点位置からのずれ量を ΔF 、各回折光がウェハ16に入射するときの入射角 θ_r の正弦を r ($r = \sin \theta_r$) とすると、 $\Delta F \cdot r^2 / 2$ で与えられる量である。(このとき r は各回折光の、端面E pでの光軸AXからの距離を表わす。従来の図11に示した投影型露光装置では、0次回折光D₀は光軸AXの近傍を通るので、 $r(0\text{次}) = 0$ となり、一方 ± 1 次回折光D₁、D₂は、 $r(1\text{次}) = M \cdot \lambda / P$ となる(Mは投影光学系の倍率)。従って、0次回折光D₀と ± 1 次回折光D₁、D₂のデフォーカスによる波面収差は $\Delta F \cdot M^2 (\lambda / P)^2 / 2$ となる。

$$\sin \psi = \lambda / 2P$$

の関係にすれば焦点深度をきわめて増大させることが可能である。

【0020】さて、パターン13が図8(B)に示すように周期方向が一方向の遮光部(Cr)と透光部とからなるパターン201である場合は、(7)式の関係を満たして図8(E)に示すように端面E pでの0次回折光成分301Aと1次回折光成分301Bとが光軸AXからほぼ等距離に分布するような入射角で照明光L120を入射させれば、高い解像力と大焦点深度でパターンを露光することができる。ここで、端面E pでの2次光源径(0次回折光)が0.2NA_sであるものとし、このとき、パターン201に対して最適な2次光源(0次回折光)の中心位置(最適な入射角と対応関係にある端面E pでの光軸AXを含む周期方向に対して垂直な線分からの周期方向での2次光源の中心位置)が0.8NA_sであるものとする。尚、図8で(A)、(B)、(C)は1次元または2次元のパターンを表すものであり、(D)、(E)、(F)は投影光学系15の端面E pでの有効な端面領域E p1を表している。また、パターンの周期方向(X、Y方向)と端面E pで仮定したX-Y軸とは一致しているものとする。

【0021】ところで、実際の回路パターンは多くの周期方向を持ったパターンから構成されている。パターン13が所定の微細度を持った2次元パターンである場合を例にとると、回折光の発生方向として2つの周期方向(X、Y方向)を持つ。このため、2方向について夫々最適な入射角が存在することとなる。この2つの周期方向の両方について最適な入射角で照明光L120を入射させることにより、2次元パターンについても高解像度、高焦点深度で露光を行うことができる。例えば2次光源(0次回折光成分)の中心をX、Y両方向について0.57NA_sに配置した場合に(7)式を満たすパターンP1(不図示)を考えてみる。このパターンP1に

*【0019】一方、本発明における露光方法、及び投影型露光装置では、図10に示すように0次回折光成分D₀は光軸AXから角度 ψ だけ傾いた方向に発生するから、端面E pにおける0次回折光成分の光軸AXからの距離は $r(0\text{次}) = M \cdot \sin \psi$ である。一方、 -1 次回折光成分D₁の端面E pにおける光軸からの距離は $r(-1\text{次}) = M \cdot \sin(\theta_r - \psi)$ となる。そしてこのとき、 $\sin \psi = \sin(\theta_r - \psi)$ となれば、0次回折光成分D₀と -1 次回折光成分D₁のデフォーカスによる相対的な波面収差は零となり、ウェハ16が焦点位置より光軸方向に若干ずれてもパターン13の像ボケは従来程大きく生じないことになる。すなわち、焦点深度が増大することになる。また、(3)式のように、 $\sin(\theta_r - \psi) + \sin \psi = \lambda / P$ であるから、照明光束L120のレチクル7への入射角 ψ が、ピッチPのパターンに対して、

$$\dots\dots (7)$$

2次光源300Aの中心位置をX、Y両方向について0.57NA_sとなるように配置したときの様子を図8(D)に示す。300B、300Cはこのときの2次元パターンP1からの1次回折光を示しており、0次回折光成分と1次回折光成分とが端面E pで光軸AXからほぼ等距離に分布している。しかしながら、パターンがより微細化した場合は、2つの周期性の両方について(7)式の関係を満たすことができなくなる。

【0022】例えば、図8(A)のパターン200は図8(B)に示すパターンと同じピッチで2次元パターンを構成したものであり、2次元パターンP1よりピッチの小さいものであるとする。このパターン200に対して、図8(D)に示すように、前述の2次元パターンP1と同様に0次回折光成分300Aの中心位置がX、Y両方について0.57NA_sとなるように照明した場合、照明光はパターン200により回折し、X方向の周期性による1次回折光成分の一方は300A10の位置に発生し、Y方向の周期性による1次回折光成分の一方は300A01の位置に発生することとなる。従って、0次回折光成分と1次回折光成分とが端面E pで光軸AXからほぼ等距離に分布しなくなる。

【0023】さらに1次回折光成分300A10、300A01のどちらも端面E p1内を通過できるのは全体の1/3程度となり、像のコントラストが低下し、パターンを解像することができなくなってしまう。そこで、図8(A)に示すような2次元パターン200を図8(B)、(C)に示すように周期方向毎の2つのパターン群に分解する。そして図8(E)、(F)に示すように、(7)式の関係を満たして、0次回折光成分(301A、302A)と1次回折光成分(301B、302B)とが端面E p内で光軸AXからほぼ等距離に分布するように照明光L120を個別に入射させればパターン毎に限界の解像力、最大の焦点深度を得ることが可能と

なる。この分解パターン毎に順次重ね合わせ露光を行えば回路パターン全体に渡って最大の解像力、最大の焦点深度を得ることが可能となる。

【0024】また、図9(A)、(B)に示すように微細度の違うパターン401、402が混在している場合は、夫々のパターンによって(7)式を満たす条件が異なる。パターン401は0次回折光成分の中心位置が $0.8NA_x$ にあるときに(7)式を満たすパターンであるものとし、パターン402は0次回折光成分の中心位置が $0.57NA_x$ にあるときに(7)式を満たすパターンであるものとする。

【0025】これら2つのパターン401、402が混在している場合、図9(C)に示すように0次回折光成分501Aの中心位置を $0.8NA_x$ となるように照明した時、パターン401からの1次回折光成分501Bと0次回折光成分501Aとは瞳面Epで光軸AXからほぼ等距離に分布する。一方パターン402からの1次回折光成分501A1と0次回折光成分501Aとは瞳面Epで光軸から等距離とならない。このためパターン402の焦点深度が低下する。

【0026】そこで、微細度毎の2つのパターン群に分解して図9(E)に示すように、これらのパターン群を例えば同一レチクル上でA、B2つの領域に形成する。そして夫々のパターンに対し別々に、図9(C)、(D)に示すように、(7)式の関係を満たして、0次回折光成分(501A、502A)と1次回折光成分(501B、502B)とが瞳面Epで光軸AXからほぼ等距離に分布するように照明光L120をレチクルに傾けて入射させれば、パターン毎に最大の解像力、最大の焦点深度を得ることが可能となる。

【0027】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例について詳述する。図1は本発明の実施例に好適な投影型露光装置(ステッパー)の全体構成を示す斜視図である。水銀ランプ1より発生した照明光束は、楕円鏡2で反射し、リレー系等のレンズ系3を介して回折格子状パターン4に照射される。回折格子状パターン4から発生した回折光(例えば±1次光)B1、B2は、リレーレンズ5により2つのフライアイレンズ群6A、6Bの夫々に集中して入射する。このとき、フライアイレンズ群6A、6Bの光源側焦点面6aと、回折格子状パターン4とは、リレーレンズ5を介して、ほぼフーリエ変換の関係となっている。尚、図1では、回折格子状パターン4への照明光を平行光束として図示したが、実際は発散光束となっているため、フライアイレンズ群6A、6Bへの入射光束はある大きさ(太さ)を持っている。

【0028】一方、フライアイレンズ群6A、6Bのレチクル側焦点面6bは、レチクルパターン13のフーリエ変換面(瞳共役面)とほぼ一致する様に、光軸AXと垂直な面内方向に配置されている。また、個々のフライ

アイレンズ群6A、6Bは光軸AXと垂直な面内方向にそれぞれ独立に移動可能となっている。このフライアイレンズ群6Aと6Bの移動は可動部材25に保持されているが、その詳細は後述する。尚、フライアイレンズ群の光源側焦点面6aと、レチクル側焦点面6bとは当然ながらフーリエ変換の関係である。従って図1の例の場合、フライアイレンズ群のレチクル側焦点面6b、すなわちフライアイレンズ群6A、6Bの射出面は、回折格子状パターン4と、結像関係(共役)になっている。

【0029】さて、フライアイレンズ群6A、6Bのレチクル側焦点面6bより射出される光束は、コンデンサーレンズ8、10、11、レチクルブラインド14、ミラー9A、9Bを含む光学系107により、レチクルステージ17上のレチクル7を均一な照度分布で照明する。レチクルブラインド14は2枚のL字型の遮光部で構成されており、レチクル7とほぼ共役な面内に配置されている。2枚の遮光部はブラインド駆動部23によってレチクル7とほぼ共役な面内で2次元方向に移動可能となっている。このレチクルブラインド14によりレチクル7上の照明領域を規定する。レチクルステージ17は不図示のモータ等により2次元に微動可能となっている。レチクル7と光軸AXとのアライメントはレチクルアライメント系21で行われ、レチクル7とウェハ16の直接のアライメントはTTR(スルー・ザ・レンズアライメント)アライメント系22で行われる。

【0030】本実施例では、遮光部材12を配置し、回折格子状パターン4からの0次回折光等をカットする。この為レチクルパターン13に照明される照明光は、各フライアイレンズ群6A、6Bより射出される光束(2次光源像からの光束)のみとなり、従って、レチクルパターン13への入射角も特定の入射角(複数)を持つ光束(複数)のみに制限される。また、フライアイレンズ6のレチクル側焦点面6bには回折格子状パターン4の像ができており、かつ、レチクルパターン面13と、フライアイレンズ群6A、6Bのレチクル側焦点面11bとは、フーリエ変換面の関係となっているので、レチクル7上での照明強度分布は、回折格子状パターン4の欠陥や、ゴミ等により不均一化されることがない。また、回折格子状パターン4そのものがレチクル7に結像して照度均一性を劣化させることもない。回折格子状パターン4は、透過性の基板、例えばガラス基板の表面に、Cr等の遮光膜がパターンニングされたものであっても良いし、SiO₂等の誘電体膜がパターンニングされた、いわゆる位相グレーディングであってよい。位相グレーディングの場合、0次回折光の発生を押さえることができる。

【0031】こうして照明されたレチクル7上のレチクルパターン13から発生した回折光は、図10で説明したのと同様に、テレセントリックな投影光学系15により集光、結像され、ウェハ16上にレチクルパターン1

3の像が転写される。ウェハ16は、X、Y方向に移動するウェハステージ18上に載置されている。ウェハステージ18の駆動はモータ19によって行われ、ウェハステージ18の位置はレーザ干渉計1Fによって検出される。また、投影光学系15の直近には、オフ・アクシス方式のアライメント系20が別設されている。ウェハ全体のアライメント（ウェハ・グローバル・アライメント）はこのオフ・アクシス方式のアライメント系20によって行われる。

【0032】本実施例では、露光すべき全体のパターンをパターン配列方向やパターンの微細度に応じて分解し、分解パターンを有する一枚もしくは複数枚のレチクルを使って露光を行うものである。回折格子状パターン4は移動台24上に載置されており夫々の分解パターンに合わせてレチクルパターン13のフーリエ変換相当面、もしくはその近傍（瞳面）での集中位置が可変となるようにピッチの異なる回折格子状パターン4aに交換可能であるものとする。また、回折格子状パターン4、4aは、移動台24に含まれるモータやギア等によって光軸AXと垂直な面内で任意の方向に、移動、又は回転可能である。従って、瞳面で任意の光量分布を作成することができる。

【0033】またリレーレンズ5を複数枚のレンズより成るズームレンズ系（アフォーカルズームエキスパンダ等）とし、焦点距離を変えることにより集光位置を変えることもできる。ただし、このときは回折格子状パターン4と、フライアイレンズ群6A、6Bの光源側焦点面6aとがほぼフーリエ変換の関係になることをくずさないようにする。回折格子状パターン4のピッチや方向性に合わせて各フライアイレンズ群6A、6Bの位置を調整する。フライアイレンズ6Aは支持棒70Aを介して可動部材71Aにより支持される。この支持棒70Aは可動部材71Aに含まれるモータ及びギア等の駆動素子により光軸方向に伸縮可能となっている。また、可動部材71A自体も、固定ガイド72Aに沿って可動であり、従ってフライアイレンズ6Aは光軸と垂直な面内方向に2次元移動可能となっている。フライアイレンズ6Bについても同様に不図示の支持棒70B、可動部材71Bにより支持されており、光軸方向に伸縮可能となっているとともに、固定ガイド72Aに沿って可動であり、従って光軸と垂直な面内方向に2次元移動可能となっている。従って個々のフライアイレンズ群6A、6Bは光軸と垂直な面内方向に、それぞれ独立に可動となっている。尚、フライアイレンズ群の数は2つに限るものではなく、分解パターンに応じて複数個設けてもよい。この場合、フライアイレンズ群の一部は有効な瞳領域の外（瞳外とする）に退避可能となっており、回折格子状パターン4からの光束に合わせてフライアイレンズ群を選択し、不要なフライアイレンズ群は瞳外に退避させるようにしてもよい。

【0034】瞳面上に光量分布を作成する光学部材は、回折格子状パターン4に限定されるものではない。例えば可動平面鏡を回転又は振動させて、瞳面上での光量分布を時間によって変更させたり、可動型の光ファイバー、ミラー、プリズム等を使って瞳面上の任意の位置に光量分布を集中させるようにしてもよい。また、空間フィルターを使って分解パターンに合わせて位置されたフライアイレンズ群に合わせて開口部（透過部）を設けるようにしてもよい。この空間フィルターはフライアイレンズ群の光源側焦点面6a、レチクル側焦点面6bのどちらにあっても構わない。

【0035】ところで、図2には図1に示す装置全体を統括制御する主制御系50と、レチクル7が投影光学系15の直上に搬送される途中でレチクルパターン13の脇に形成された名称を表すバーコードBCを読み取るバーコードリーダ52と、オペレータからのコマンドやデータを入力するキーボード54と、フライアイレンズ群6A、6Bを動かす可動部材の駆動系（モータ、ギヤトレン等）56が設けられている。主制御系50内には、このステッパで扱うべき複数枚のレチクルの名称と、各名称に対応したステッパの動作パラメータ（分解パターンに関する動作パラメータ等）とが予め登録されている。そして、本実施例では主制御系50はバーコードリーダ52がレチクルバーコードBCを読み取ると、その名称に対応した動作パラメータの1つとして、予め登録されている分解パターンの夫々に応じた回折格子状パターン4のピッチや回折格子状パターン4の移動、回転位置、及びフライアイレンズ群6A、6Bの移動位置（瞳共役面内の位置）、レチクルブラインド14の位置等の情報を、移動台24、レチクルブラインド駆動系23、及び駆動系56に出力する。これによって分解パターンに応じて、2次光源（フライアイレンズ群6A、6B）の位置、照明領域が調整される。以上の動作はキーボード54からオペレータがコマンドとデータを主制御系50へ直接入力することによっても実行できる。また、主制御系50にはアライメント系（20、21、22）、ステージ駆動系19、及び干渉計1Fが接続されており、装置全体を統括的に制御する。

【0036】ところで、フライアイレンズ群の夫々の射出端面面積は、射出する照明光束のレチクル7に対する開口数と投影光学系15のレチクル側開口数との比、いわゆる σ 値が0.1～0.3程度になるように設定することが望ましい。 σ 値が0.1より小さいと、転写像のパターン忠実度が劣化し、0.3より大きいと、解像度向上や、焦点深度増大の効果が弱くなってしまふ。

【0037】また、フライアイレンズ群の1つによって決まる σ 値の条件（ $0.1 \leq \sigma \leq 0.3$ 程度）を満たす為、個々のフライアイレンズ群6A、6Bの射出端面面積の大きさ（光軸と垂直な面内方向の大きさ）を、照明光束（射出光束）にあわせて決定しても良い。また、

各フライアイレンズ群6A、6Bのレチクル側焦点面6b近傍にそれぞれ可変開口絞りを設けて、各フライアイレンズ群からの光束の開口数を可変としてもよい。それと合わせて投影光学系15の瞳（入射瞳、もしくは射出瞳）近傍に可変絞り（N.A. 制限絞り）を設けて、投影系としてのN.A. も可変として σ 値をより最適化することもできる。

【0038】前述の如く瞳面上での光量分布の位置（フライアイレンズ群6A、6Bの光軸と垂直な面内での各位置）は、転写すべき分解パターンに応じて決定（変更）するのが良い。この場合の位置決定方法は作用の項で述べたとおり、各フライアイレンズ群からの照明光束が転写すべき夫々の分解パターンのピッチ方向やパターンの微細度に対して最適な解像度、及び焦点深度の向上効果を得られるようにレチクルパターンに入射する位置（入射角 ψ ）とすればよい。

【0039】次に各フライアイレンズ群の位置決定の具体例を、図3、図4（A）、（B）を用いて説明する。図3はフライアイレンズ群6A、6Bからレチクルパターン13までの部分を模式的に表わす図であり、フライアイレンズ群6のレチクル側焦点面6bが、レチクルパターン13のフーリエ変換面12cと一致している。またこのとき両者をフーリエ変換の関係とならしめるレンズ、またはレンズ群を、一枚のレンズ26として表わしてある。さらに、レンズ26のフライアイレンズ側主点からフライアイレンズ群6のレチクル側焦点面6bまでの距離と、レンズ26のレチクル側主点からレチクルパターン13までの距離は共に f であるとする。

【0040】図4（A）はレチクルパターン13中に形成される一部分のパターンの例を表わす図であり、図4（B）は図4（A）のレチクルパターンの場合に最適なフライアイレンズ群の中心のフーリエ変換面（又は投影光学系の瞳面）での位置を表す図である。図4（A）は、いわゆる1次元ラインアンドスペースパターンであって、透過部と遮光部が等しい幅でY方向に帯状に並び、それらがX方向にピッチ P で規則的に並んでいる。このとき、個々のフライアイレンズ群の最適位置は図4（B）に示すようにフーリエ変換面内に仮定したY方向の線分 $L\alpha$ 上、及び線分 $L\beta$ 上の任意の位置となる。図4（B）はレチクルパターン13に対するフーリエ変換面12c（6b）を光軸AX方向から見た図であり、かつ、面12c内の座標系X、Yは、同一方向からレチクルパターン13を見た図11（A）と同一にしてある。さて、図4（B）において光軸AXが通る中心Cから、各線分 $L\alpha$ 、 $L\beta$ までの距離 α 、 β は $\alpha=\beta$ であり、 λ を露光波長としたとき、 $\alpha=\beta=f \cdot (1/2) \cdot (\lambda/P)$ に等しい。この距離 α 、 β を $f \cdot \sin \psi$ と表わせば、 $\sin \psi=\lambda/2P$ であり、これは作用の項で述べた数値と一致している。従って各フライアイレンズ群の各中心（各フライアイレンズ群の夫々によって作ら

れる2次光源像の光量分布の各重心）位置が線分 $L\alpha$ 、 $L\beta$ 上にあれば図4（A）に示す如きラインアンドスペースパターンに対して、各フライアイレンズからの照明光により発生する0次回折光と ± 1 次回折光のうちのどちらか一方との2つの回折光は、投影光学系瞳面Epにおいて光軸AXからほぼ等距離となる位置を通る。従って前述の如く、ラインアンドスペースパターン（図4（A））に対する解像度、焦点深度を最大とすることができる。Y方向に周期性を持つパターンに対しても同様にしてX方向の線分 $L\gamma$ 、 $L\epsilon$ を仮定して、フライアイレンズ群の各位置（2次光源像の光量分布の各重心位置）が線分 $L\gamma$ 、 $L\epsilon$ 上にあるようにすればよい。

【0041】また、ここで、瞳面上での0次光と1次光との間隔はパターンの微細度（ピッチ）に比例するのでこの間隔が小さくなることは微細なパターンを解像できないことを意味する。以上のような条件で決まるフライアイレンズ群の位置に対応する入射角、入射方向で、照明光を夫々の分解パターンに入射させることにより、最大の解像度、最大の焦点深度で露光を行うことができる。

【0042】また、レチクルパターン13として図4（A）に示したような一方向に周期性を持つパターンのみを考えたが、他のパターンであってもその周期性（又は微細度）、周期方向に着目し、各フライアイレンズ群の中心を配置すればよい。ここで、レチクルパターン13が2次元の周期性パターンを含む場合、1次回折光成分は2方向に発生する。そこで、前述の線分 $L\alpha$ 、 $L\beta$ と線分 $L\gamma$ と $L\epsilon$ との交点が存在するようなパターンでは、この交点上に各フライアイレンズ群の中心を配置すること、つまりパターンからの+1次回折光成分または-1次回折光成分のいずれか一方と0次回折光成分との2光束が、投影光学系内の瞳面Epでは光軸AXからほぼ等距離になる光路を通る様な位置に各フライアイレンズ群の中心を配置することにより、2次元のパターンの結像を良好に行うことが可能となる。ただし、フライアイレンズ中心位置を交点位置のいずれかと一致させる方法は、瞳面上での0次、1次回折光の間隔が投影レンズの瞳面の円の直径に対して0.7倍程度に制限されてしまうため、装置の持つ最大の解像度とすることはできない。そこで、最大の解像度を得るためにはパターン方向が複数あるような多次元のパターンを夫々のパターン方向毎に分解して、投影レンズの瞳の直径を最大まで利用する限界の解像力で順次重ね合わせを行うのが望ましい。この分割は複数方向に高い空間周波数成分（微細度）を持つパターンを、所定の値以上の空間周波数成分をもつパターンの周期性が1枚のレチクル上で1方向になるようにパターンを分解する。以上のような条件により、高解像度、高焦点深度で露光を行うことができる。

【0043】また図4（A）のパターン例は、ライン部とスペース部の比（デューティ比）が1：1のパターン

であった為、発生する回折光中では±1次回折光が強くなる。このため、±1次回折光のうち的一方と0次回折光との位置関係に着目したが、パターンがデューティ比1:1から異なる場合等では他の回折光、例えば±2次回折光の強度を大きくするので、±2次回折光うち的一方と0次回折光との位置関係が、投影光学系の臨面E_pにおいて光軸AXからほぼ等距離となるようにしてもよい。また、各フライアイレンズ群を射出した光束は、それぞれレチクルに対して傾いて入射する。このときこれらの傾いた入射光束(複数)の光量重心の方向がレチクルに対して垂直でないと、ウェハ16の微小デフォーカス時に、転写像の位置がウェハ面内方向にシフトするという問題が発生する。これを防止する為、各フライアイレンズ群からの照明光束(複数)の光量重心の方向は、レチクルパターンと垂直、すなわち光軸AXと平行である様にする。

【0044】つまり、各フライアイレンズ群に光軸(中心線)を仮定したとき投影光学系15の光軸AXを基準としたその光軸(中心線)のフーリエ変換面内での位置ベクトルと、各フライアイレンズ群から射出される光量との積のベクトル和が零になる様にすればよい。また、より簡単な方法としては、フライアイレンズ群を2m個(mは自然数)とし、そのうちのm個の位置を前述の最適化方法(図10)により決定し、残るm個は前記m個と光軸AXについて対称となる位置に配置すればよい。

【0045】さらに装置が、例えばn個(nは自然数)のフライアイレンズ群を有している場合に、必要なフライアイレンズ群の数がn個より少ないm個である場合、残る(n-m)個のフライアイレンズ群は使用しなくて良い。(n-m)個のフライアイレンズ群を使用しなくする為には、(n-m)個のフライアイレンズ群の位置に遮光部材12を設けておけばよい。またこのとき各フライアイレンズ群の位置に照明光を集中する光学部材は、この(n-m)個のフライアイレンズへは集中を行わない様にしておくともよい。

【0046】次に、全体パターンを分解パターンへ分割する一例を説明する通常露光すべき全体パターンは幾つかの周期性や微細度を持ったライン・アンド・スペース(L/S)パターンからなる。図8に示すような2次元パターンをその周期方向毎に2つに分解したり、図9に示すように周期方向は同じでも一方での空間周波数成分(微細度)の違うパターンを一定以上の空間周波数毎に2つに分解したりする方法が考えられる。また、分解する数は2つに限るものではなく、パターンが3方向以上に一定以上の空間周波数成分をもつ場合は、パターンの分割数は3となる。さらに、図5はX、Y2方向に周期性を有し、X方向の周期性パターンに関して2つの微細度を持った全体パターンを分割する一例を示している。これら周期方向や微細度の異なるパターンを3種類に分解して夫々レチクル上に形成した様子を示してい

る。ここでは、①X方向の比較的広いL/SのパターンPA1が形成されたレチクル7A、②X方向の比較的狭いL/SのパターンPA2が形成されたレチクル7B、③Y方向のL/SのパターンPA3が形成されたレチクル7Cの3つのレチクル上に夫々パターンを分解している。パターンPA3はこれら3つのレチクルを使って順次重ね合わせ露光(多重露光)を行うことによって得られた合成された全体パターンである。

【0047】さて、分解したパターン(レチクル)の数が多いと、重ね合わせ露光時の誤差がそれだけ累積されることになり、スルーボットの点でも不利である。そこで、図6に示すように2次元パターンでも作用の項で述べたように微細度があまり高くなく、両方向について(7)式を満たすパターンPA4と一方向に微細度の高いパターンPA5が混在している場合には、パターンPA4を周期方向ごとに分割することなく、パターンPA4とパターンPA5との2つの部分に分割するようにしてもよい。

【0048】図1のパターン13を有するレチクル7は分解された複数の分解パターンの中の1枚を示したものであり、パターン13とは別の配列方向や微細度であるパターン13a、13bを有するレチクル7aと交換可能となっている。この交換は手動でおこなわれてもよいし、自動搬送系で行われてもよい。この交換毎に夫々のレチクルについて位置決めされる。また、レチクルステージ17に干渉計を設けて、レチクル交換時には干渉計によりレチクル位置、及びレチクルの回転量を計測してレチクルの位置合わせを行ってもよい。この場合、最初の1枚で位置合わせされた干渉計の値を記憶しておけば、2枚目以降のレチクルを位置合わせする場合に干渉計の値が記憶値となるように位置合わせすることができ

る。【0049】さらに、分解した各パターンは、それぞれ別のレチクルに形成するようにしたが、特開昭62-145730号公報に開示されているように、一枚の大型ガラス基板上に分解した各パターンを設けるようにし、レチクルブラインド14で分解パターンごとに照明領域を調整して露光することも可能である。次に、本発明による露光方法の一例を説明する。ここでは、図1に示すように方向の異なるパターンをパターン13、13aに分割し、2枚のレチクル7、7aに設けることとする。使用するレチクルの枚数(n=2)を初期値としてセットする。

(ステップ100) nの初期値を0とする。

(ステップ101) 分解パターンのピッチ、周期方向、分解パターンの数等に関する情報をレチクル毎に設けられたバーコードから読み取る。

(ステップ102) 分解パターンを有するレチクルをレチクルステージ17上に載置し、レチクルをレチクルステージ上でレチクルアライメント系21を用いてアライ

メントする。

〔ステップ103〕次にレチクルブラインド14の開孔形状や寸法を分解パターンに合わせる。

〔ステップ104〕続いて、ウェハ16の全体のアライメントをアライメント系20によって行う。尚、ウェハ16への露光がファーストプリントの場合は、ステップ104は省略される。

〔ステップ105〕TTRアライメント系22によりレチクル7とウェハ16とのアライメントを行う。

〔ステップ106〕回折格子状パターン4やフライアイレンズ群6A、6Bを分解パターンに合わせて最適に設定し、照明光の入射角を決定する。

〔ステップ107〕露光を行う。

〔ステップ108〕 $n=n+1$ とし n をインクリメントする。

〔ステップ109〕レチクルが指定枚数(2枚)に達したかどうか判断し、Yesなら露光を終了し、Noならレチクルを交換しステップ101を実行する。

【0050】以上のステップにより分解パターンの夫々に対して最適な露光を行うことができ、分解パターンの夫々を使って多重露光することによって得られた合成パターンは最適な露光条件で露光されたパターンとなる。ここで、以上のステップにおいて、レチクル7からレチクル7aに交換されたとき、つまり、2回目のステップ106では回折格子状パターン4が矢印方向に90度回転して、回折光B1、B2の発生する方向を90度回転させ、それに応じてフライアイレンズ群6A、6Bも光軸AXを中心として90度回転させることにより、照明光束を最適化することができる。このとき前述の如くフライアイレンズ群を4個設けておけば、回折格子状パターン4の回転にともなってフライアイレンズ群を光軸AXを中心として回転させる必要がない。また、パターン13aが図9(B)に示すようなパターン13と微細度の異なるパターンである場合は、夫々の分解パターン13、13aを同一レチクル上で2つ図9(E)に示すようにA、B2つの領域に分割し、レチクルブラインド14で領域A、Bの照明領域を規定すればよい。この場合前述のステップ100、108、109での n 及び数字の判断は分割数となる。このとき2回目のステップ106では回折格子状パターン4は回転するのではなく、回折格子状パターンそのものをピッチの異なるものと交換可能であるようにする。

【0051】以上の実施例に於て、光源は水銀ランプ1を用いて説明したが、他の輝線ランプやレーザー(エキシマ等)、あるいは連続スペクトルの光源であっても良い。また照明光学系中の光学部材の大部分をレンズとしたが、ミラー(凹面鏡、凸面鏡)であっても良い。投影

光学系としては屈折系であっても、反射系であっても、あるいは反射屈折系であってもよい。また、以上の実施例においては両側テレセントリックな投影光学系を使用した片側テレセントリック系でも、非テレセントリック系でもよい。さらに、光源から発生する照明光のうち、特定の波長の光のみを利用する為に、照明光学系中に干渉フィルター等の単色化手段を設けてもよい。

【0052】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、従来の方法、及び装置では解像出来なかった複数方向に周期性を持つ微細なパターンや複数の空間周波数成分を持つ微細なパターンを解像することができる。また、焦点深度も各分解パターンに対して増大させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による投影型露光装置の全体構成を示す斜視図。

【図2】図1の装置における制御系を表す図。

【図3】射出部から投影光学系までの光路を模式的に表した図。

【図4】(A)一次元のレチクルパターンを表す図、(B)(A)のパターンに対応した瞳共役面におけるフライアイレンズ射出部の配置を説明する図。

【図5】全体パターンを分割する一例を説明する図。

【図6】全体パターンを分割する別の例を説明する図。

【図7】本発明の一実施例による露光方法を説明する図。

【図8】(A)、(B)、(C)レチクルパターンを表す図、(D)、(E)、(F)レチクルパターンに対応した瞳共役面における0次回折光成分、1次回折光成分の分布を説明する図。

【図9】(A)、(B)レチクルパターンを表す図、(C)、(D)レチクルパターンに対応した瞳共役面における0次回折光成分、1次回折光成分の分布を説明する図、(E)(A)、(B)に示すパターンを2つの領域に分けて形成した図。

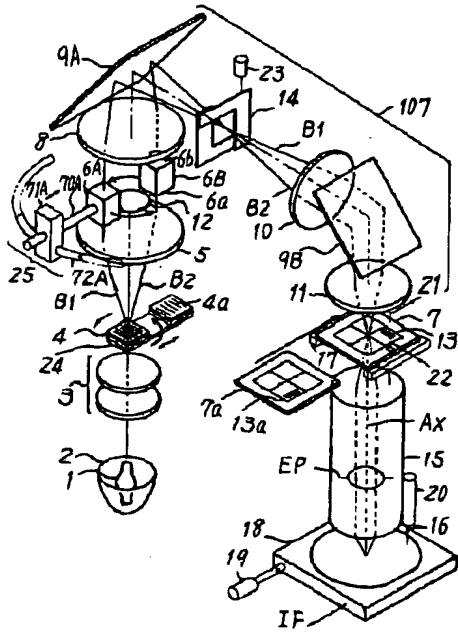
【図10】本発明により高解像度と高焦点深度が得られる原理を説明する図。

【図11】従来の技術を説明する図である。

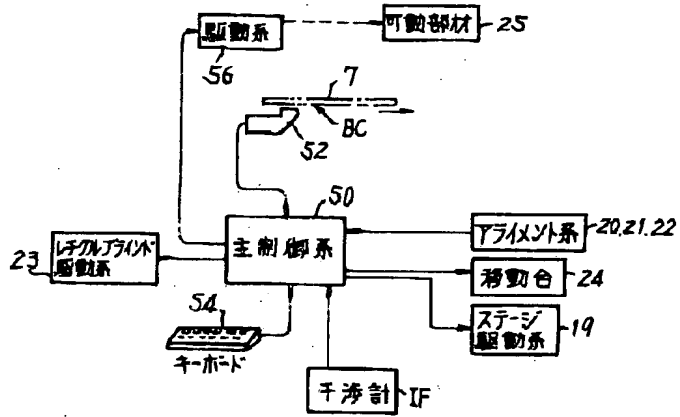
【符号の説明】

4…回折格子状パターン、6…フライアイレンズ
7…レチクル、13、13a、13b…レチクルパターン
14…レチクルブラインド、15…投影レンズ
16…ウェハ、17…レチクルステージ
24…移動台、25…可動部材
AX…光軸、Ep…瞳面

【図1】

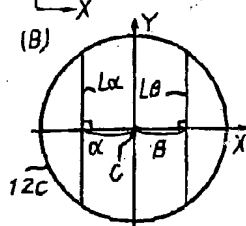
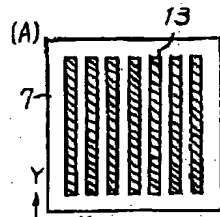


【図2】

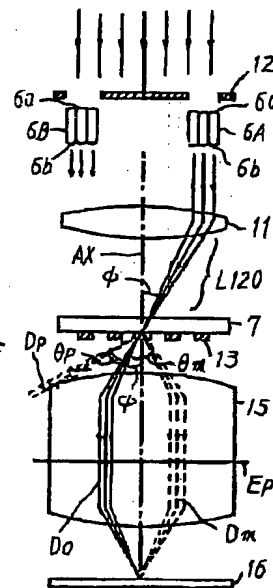
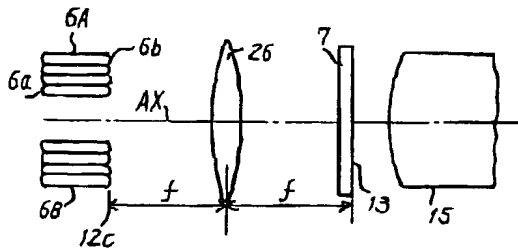


【図4】

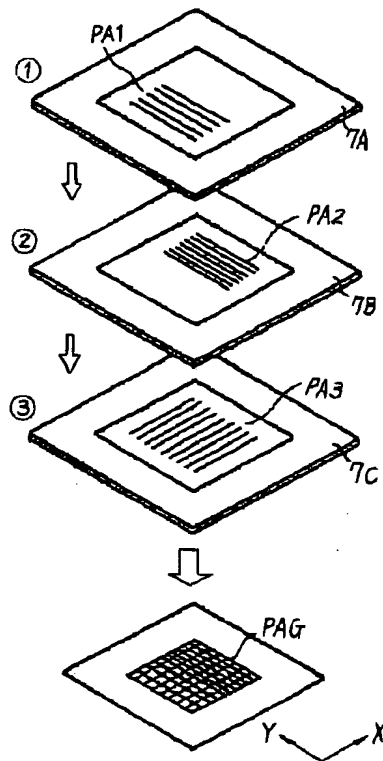
【図10】



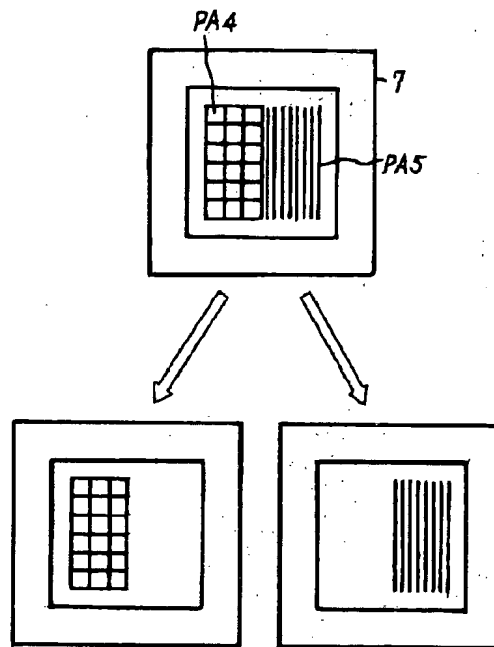
【図3】



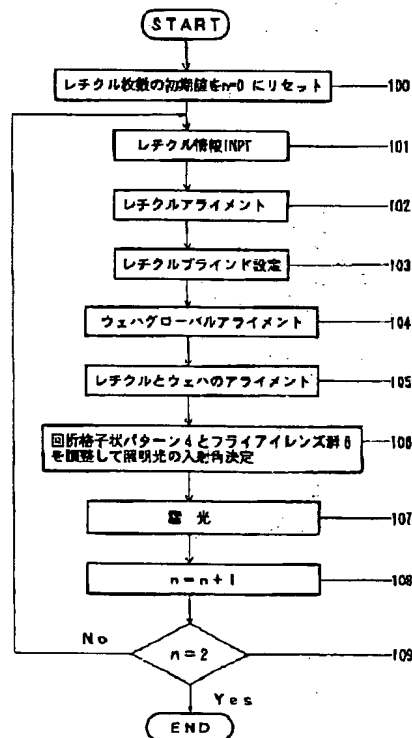
【図5】



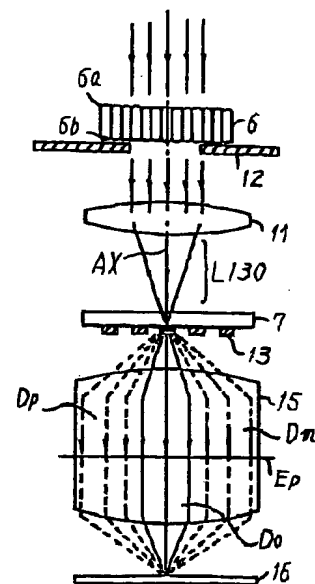
【図6】



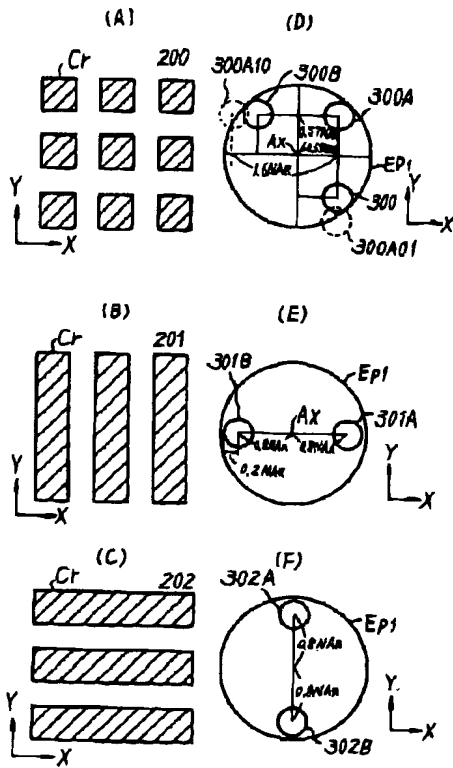
【図7】



【図11】



【図8】



【図9】

